

85. A 34
45

LIBRARY
FISH & WILDLIFE SERVICE
PACIFIC OCEANIC FISHERY
INVESTIGATIONS

Núm. 45

17 de julio de 1951

BOLETIN NOV 7 1951
DEL
INSTITUTO ESPAÑOL
DE OCEANOGRAFIA

Incrustaciones Marinas

por

ANGELES ALVARIÑO



MINISTERIO DE MARINA

MADRID

NUMEROS PUBLICADOS

- 10.—Francisco DE P. NAVARRO: «Los Clupeidos y la Anchoa de las costas españolas en el invierno 1947-1948. Observaciones biométricas y biológicas de los Laboratorios Oceanográficos».
- 11.—José M.^a NAVAZ: «Estudio de la Ría de Pasajes en relación con su producción de moluscos comestibles (Con una carta bionómica)».
- 12.—Antonio FERNÁNDEZ DEL RIEGO: «Iniciación al estudio de la variación estacional del valor alimenticio de la sardina (*Sardina pilchardus* Walb.)».
- 13.—M.^a Jesús DEL VAL y M.^a Dolores GARCÍA PINEDA: «Ensayos de algas marinas industriales».
- 14.—Francisco POGGIO y María MARTÍN RETORTILLO: «Espectro de absorción de los aceites de oliva en la zona ultravioleta».
- 15.—Miguel OLIVER: «Contribución al estudio de la biometría y biología de la faneca, *Gadus luscus* (L.)».
- 16.—Juan Antonio SAMALEA: «Exploración del Banco del Xauen, accidente topográfico descubierto frente al Peñón de Vélez de la Gomera».
- 17.—Emma BARDÁN, F. DE P. NAVARRO y O. RODRÍGUEZ: «Nuevos datos sobre la sardina del Mar de Alborán (agosto de 1948 a marzo de 1949)».
- 18.—Campañas del «XAUEN» en 1947 y 1948 en el Mar de Alborán y en el Estrecho de Gibraltar.—Registro de operaciones.
- 19.—Luis BELLÓN y Emma BARDÁN DE BELLÓN: «Algunos datos sobre los *Thunnidae* de Canarias».
- 20.—José AMENGUAL-FERRAGUT: «Ensayo de sistemática biocenótica aplicada al estudio de los yacimientos de moluscos, con un estudio inicial de los yacimientos de la ría de Noya».
- 21.—M.^a Luisa GONZÁLEZ SABARIEGOS: «Introducción al estudio de la transparencia del agua del mar».
- 22.—Buenaventura ANDREU: «Sobre la presencia de dos cercarias en el ovario de almeja (*Tapes aureus* Gmelin) de la bahía de Santander».
- 23.—Campañas del «MALASPINA» en 1947 y 1948 en aguas del Sáhara, desde Cabo Juby a Punta Durnford.—Registro de operaciones.
- 24.—Emilio ANADÓN: «Sobre la sustitución alternativa en el litoral gallego de los llamados peces emigrantes (sardina, espadín, anchoa y jurel)».
- 25.—E. JIMENO, S. MEDINA-CASTELLANOS y J. ARAVIO-TORRE: «Contribución al estudio de las pinturas submarinas para barcos de acero. II. Estudio de la protección activa de los pigmentos».
- 26.—M. OLIVER: «Estudios sobre el Espadín (*Clupea sprattus* L.) de la costa noroeste de España».

(Sigue en tercera página de la cubierta.)

INCRUSTACIONES MARINAS

por

ANGELES ALVARINO

Todas las estructuras sumergidas en el mar se recubren de unos organismos, llamados incrustantes, que cuando aparecen en la obra viva de un buque reciben la denominación de «incrustaciones». Allí donde existe un medio adecuado, las pilastras de los muelles y las rocas aparecen cubiertas de una densa población animal y vegetal. Estos organismos se encuentran preferentemente en aquellas zonas en donde el movimiento de marea es suficiente para suministrar alimento a los seres que se han fijado y proporcionar al sustrato nuevas larvas para reemplazar los individuos que mueren. La región más superficial de cada zona está recubierta generalmente de algas, y a distintos niveles van apareciendo los demás organismos.

A la vista de las poblaciones que cubren estas estructuras submarinas, se pueden deducir toda clase de consideraciones sobre el desarrollo de las mismas especies en el casco de los buques.

Igualmente, al sumergir en el mar una lámina o plancha, pronto se acumulan sobre ella una gran variedad de organismos. Estos organismos son bacterias, diatomeas, algas y diversos animales.

En la fijación influyen varios factores, tales como la profundidad, que tiene relación con la luz, variando con aquella los efectos de intensidad y calidad de ésta; salinidad, temperatura, movimientos y corrientes, y la acción de unos organismos sobre otros en su competencia para conseguir espacio donde fijarse y alimento suficiente. Además hay que tener en cuenta la época del año y la naturaleza de la superficie soporte. En relación con este punto, influye la

época de puesta y propagación de los distintos animales y plantas. De los estudios ya realizados se ha deducido que las algas macroscópicas y las diatomeas proliferan durante todo el año, aunque en mayor proporción en primavera y verano, mientras que los animales lo hacen en períodos más restringidos y se fijan al terminar su fase larvaria planctónica, existiendo, por lo tanto, un lapso de tiempo, que es el período que media entre la época de puesta y la fijación de la prole y que depende de la duración de la fase de vida planctónica.

La clase y cantidad de materia orgánica existente en el mar es otro factor que favorece la formación de la película primaria que sirve de alimento a los organismos incrustantes. Está perfectamente demostrado que, tanto los paneles de prueba como los barcos, se incrustan con más rapidez y en mayor proporción en las aguas de las bahías que tienen mucha polución que en mar abierto. Esta película, integrada por bacterias y diatomeas, origina la incrustación en las superficies sumergidas, ya aglutinando las formas larvarias nadadoras de los organismos sedentarios y facilitándoles su fijación mecánica, o bien empañando las superficies claras y brillantes; al mismo tiempo que sirve de manantial de alimento, protege a los organismos de los tóxicos empleados en las pinturas anti-incrustantes. Dicha película tiene la característica de ser muy alcalina, lo que favorece la precipitación de cementos calizos por los organismos sedentarios.

La temperatura juega un papel muy importante en la vida de los seres marinos. En las aguas nórdicas, la época de puesta de la mayor parte de los organismos sedentarios o sesiles está restringida a los meses más cálidos del año. Como la incrustación viene después de la época de puesta, la mayor parte de las incrustaciones se realizan en las aguas septentrionales solamente durante el verano. Sin embargo, los organismos que llegan a fijarse en este período continúan progresando y van aumentando de tamaño. En aguas más cálidas y en regiones más meridionales, la época de puesta se prolonga, hasta ser casi continua en los trópicos.

Las incrustaciones tienen gran importancia en relación con la corrosión. Como los organismos, al fijarse al substrato y al crecer, van extendiendo su base, el ser que se desarrolla más rodea y cubre a los más pequeños, que al quedar cubiertos mueren pronto. Estos organismos muertos entran pronto en descomposición, dando origen a la formación de sulfhídrico, cuya intervención en la aceleración de la corrosión es bien conocida.

Algunos animales, particularmente las bellotas de mar, actúan sobre las capas protectoras de pintura, ya que con el crecimiento y expansión de su base ejercen una presión sobre la superficie soporte, y, como consecuencia, el borde de su base puede penetrar a través de la película protectora. A medida que el diámetro de la base aumenta, hace saltar la capa de pintura y así el metal queda expuesto a la corrosión.

Las formaciones que se observan en los cascos fueron estudiadas por muchos naturalistas, interesados en coleccionar especies raras de organismos, con objeto de hacer estudios sistemáticos de los diversos grupos de animales y plantas.

Tan pronto como un barco entra en el agua, comienzan a fijarse en su obra viva plantas y animales. Esto tiende a evitarse todo lo posible con el empleo de pinturas anti-incrustantes. La rapidez con que aparecen estas formaciones depende de la latitud, siendo dos veces más rápida en las aguas tropicales que en las templadas. La fijación tiene lugar cuando el barco está parado o en marcha a velocidades inferiores a dos nudos; de ahí que los barcos que presentan mayores incrustaciones en menos tiempo son los que permanecen más en los puertos. Su casco suministra a estos organismos sedentarios una superficie de fijación análoga a la de las estructuras sumergidas de los muelles y rocas de la zona intercotidal.

Tales incrustaciones repercuten en la velocidad del barco. Una vez que las plantas y animales se han fijado, siguen creciendo aunque el barco esté en movimiento. En un navío de guerra que desplace 10.000 toneladas, las incrustaciones producidas en seis meses reducen su velocidad en uno o dos nudos al cabo de este tiempo. Por lo tanto, se incrementaría la eficacia de los barcos, tanto de guerra como mercantes, y se conseguiría economizar mucho dinero si se llegase a evitar tales formaciones o a reducirlas considerablemente.

El deseo de resolver este problema, verdaderamente importante, ha estimulado la formación y desarrollo de programas de investigación, que han tomado enorme incremento a raíz de la pasada guerra. Actualmente, Inglaterra estudia y trabaja en el intrincado problema de la corrosión a través de su «Iron and Steel Corrossion Committee», en donde intervienen biólogos para ayudar a los químicos en el estudio de las sustancias tóxicas más aptas para evitar los efectos incrustantes. Dicho Comité funciona desde 1910. En los Estados Unidos, la incrustación biológica se estudia en el Instituto Oceanográfico de

Woods Hole y en la Scripps Institution de La Jolla, y desde 1946 se están realizando en Australia trabajos similares, llevados a cabo por la Division of Fisheries, C. S. I. R. Recientemente también han comenzado en La Rochelle, Francia, trabajos relacionados con este tema.

Por todas las razones apuntadas, se ha considerado de gran utilidad realizar en este Instituto de Oceanografía una serie progresiva de estudios en distintos puertos de nuestra Península, en donde, a causa de las variaciones ambientales (temperatura, salinidad, materia orgánica, movimientos del agua, etc.), la sucesión y frecuencia de los organismos incrustantes se presentará de diversas formas. Como ya hemos señalado, todas las naciones se preocupan de fijar las particularidades de las incrustaciones en sus puertos más importantes y de los medios más adecuados y eficaces de reducirlas a un mínimo, y este es el propósito del Instituto Español de Oceanografía.

El estudio de las incrustaciones se basa en el reconocimiento de los organismos, su biología, época de fijación y desarrollo que alcanzan en relación con la toxicidad de las sustancias que sobre ellos actúan en los diversos estados de su ciclo vital.

En este trabajo se resumen los resultados de los ensayos realizados durante un año para estudiar los organismos que se fijan a las superficies metálicas sumergidas. Daremos cuenta aquí de los estudios basados en la experimentación, con el fin de iniciar el establecimiento del tipo y características de las incrustaciones que aparecen en las láminas sumergidas en el mar.

La estación utilizada para el previo ensayo de los métodos de trabajo se emplazó en la ría de El Ferrol del Caudillo, en el lugar denominado El Vispón, situado en la costa septentrional de la ría, en las inmediaciones del canal de entrada (fig. 1.^a). Las planchas se dispusieron junto a los pantalanés de los muelles de cemento pertenecientes a la Marina, en donde atracan los buques de guerra para el aprovisionamiento y descarga de petróleo. Las planchas de ensayo estaban colocadas en la dirección Norte-Sur. Esta zona está azotada por los vientos NE. y SW., que son los preponderantes en este puerto.

MÉTODOS

Para los ensayos se utilizaron doce planchas de hierro, de la misma calidad que las empleadas en el casco de los buques. Sus dimensiones eran de 95 × 150 × 9 mm., estando recubiertas de dos capas

de pintura, una anti-corrosiva y otra anti-incrustante. Estas pinturas son de las también empleadas para proteger el casco de los buques. Las planchas estaban agujereadas por uno de sus lados más estrechos, por donde se colgaban de una barra horizontal sumergidas por debajo del límite inferior de la marea baja.

Las planchas se sumergieron el día 12 de diciembre de 1949, con objeto de examinar una cada mes y de esta forma poder obtener la duración de la eficacia de las capas protectoras, grado de protección y sucesión de organismos incrustantes. Para cada una de ellas se fueron registrando los organismos que aparecían, su cantidad, desarrollo y disposición.

Después de pasar el tiempo requerido de exposición, examinamos cada mes una plancha, empleando el microscopio con pequeños y medianos aumentos.

Al terminar el período de exposición, cada panel se enviaba al laboratorio de Madrid, sumergido en formol, en una caja estanca adecuada.

FIJACION DE LOS ORGANISMOS

En la primera plancha, recogida el 12 de enero de 1950, tras un mes de sumersión, se observaron glomérulos de carbonato, bastante corrosión, y en los raspados se obtuvieron diatomeas. No se ha hecho el estudio bacteriológico de la primera película, investigación reservada para experiencias posteriores. Una zona de esta plancha se presenta en la figura 2.^a.

La plancha II, recogida el 12 de febrero de 1950, presenta un aspecto semejante a la anterior, con corrosión más acentuada; en una de las cavidades formadas por la corrosión aparecen unos oolitos de carbonato cálcico, originados quizá por la película de micro-organismos, como puede verse en la figura 3.^a. Presenta, como la plancha anterior (fig. 4.^a), unos globulitos pardos, que pueden ser una fase juvenil de *Enteromorpha*. Se observan, además, unos filamentos verdosos de algas Clorofíceas, que no se pueden especificar.

La plancha III, levantada el 12 de marzo del mismo año, lleva tres meses de inmersión. Presenta algas verdes de los géneros *Cladophora* y *Ulva* (fig. 5.^a), diatomeas del género *Striatella* (fig. 6.^a), y los hidrozoarios *Tubularia larynx* (fig. 7.^a), *Tubularia indivisa*, *Campanularia* sp. (fig. 8.^a), en colonias muy nutridas y numerosas.

La plancha IV, recogida el 12 de abril, con cuatro meses de ex-

posición, se observa con hidrozoarios, como la anterior; persisten las algas verdes *Ulva* y *Cladophora*; aparece el género *Enteromorpha* y se presenta también el alga parda *Ectocarpus*.

La plancha V, recogida el 12 de mayo, lleva cinco meses sumergida. En ella se vió que las algas no seguían prosperando; sólo persiste alguna *Ulva*, fenómeno debido seguramente a la acción del petróleo. Siguen manifestándose los mismos hidrozoarios que en la anterior, aunque en menor proporción. Aparecen los gusanos *Pomatoceros triqueter*. Se encuentran dispersos algunos *Mytilus edulis*, de tamaños que oscilan entre 9 y 11 mm.; tres *Tapes decussatus*, que el mayor alcanza 6,5 mm. de dimensión máxima. Registramos un nudibranquio y enmarañados entre las formaciones se observan unos tubos largos, apelonados, llenos de huevos, que resultan ser puestas de nudibranquios. Aparecen también tunicados, cuyos representantes corresponden a las especies *Didemnum gelatinosum* y *Ciona intestinalis*.

La plancha VI se recogió el 12 de junio. Se encuentran en ella *Enteromorpha* y *Ectocarpus*. No persisten las formaciones anteriores y aparecen los briozoarios ramosos, apuntándose 25 matas de estos organismos, correspondientes a *Bugula neritina* y *Scrupocellaria scruposa*. Aparece *Balanus improvisus*, representado por un solo individuo (fig. 9.^a).

La plancha VII se recoge el 12 de julio. Está casi desprovista de formaciones y sólo se reconocen algunas algas verdes del género *Enteromorpha*. Viene recubierta de arena y debió haber estado muy expuesta al oleaje, lo que puede explicar la falta de incrustaciones. Como las formaciones, aparecidas hasta la fecha son de organismos de constitución débil, no es raro que se desprendieran sin dificultad; o también pudo ser debida esta anomalía a la falta de homogeneidad en el pintado, que pudo haber sido hecho con sedimentos de la pintura, en donde habría mayor proporción de los tóxicos cobre y mercurio empleados.

Plancha VIII, levantada el 12 de agosto: Presenta formas jóvenes de *Enteromorpha* y *Polysiphonia*. Aparecen algunos *Mytilus edulis* y toda la plancha se encuentra punteada de pequeñas *Anomia ephippium*, además de tres *Chlamys opercularis* de 3 a 5 mm. de diámetro máximo. Los briozoarios aparecen como en la plancha sexta; hay también *Pomatoceros triqueter* en abundancia (fig. 10), y *Balanus improvisus* muy frecuentes y de tallas que oscilan entre 5 y 13 milí-

metros. Se encuentran además tunicados de las especies *Bothryllus schlosseri*, *Didemnum gelatinosum* y *Ciona intestinalis*.

La plancha IX, recogida el 12 de septiembre, presenta los mismos organismos que la anterior, pero mucho más desarrollados, recubriendo materialmente todas sus superficies (fig. 11).

La plancha X, que se sacó el 12 de octubre, se encuentra casi desprovista de algas. Se observó una esponja correspondiente a *Sycon coronatum*; los briozoarios persiten en las formas anteriores, encontrándose además *Membranipora lacroixii* abarcando una extensión de unos 38 mm². También se ven *Balanus improvisus*, observándose dos épocas de incrustación, ya que los más desarrollados aparecen fijos directamente a la plancha y tienen un tamaño que oscila entre 5 y 7 mm. de diámetro en la base, mientras que los más pequeños, de 3 a 4 mm., se encuentran en su mayoría sobre las *Anomias*. La *Anomia ephippium* se muestra abundante, alcanzando las mayores un diámetro entre 12 y 20 mm. Los serpúlidos corresponden en su mayoría a *Pomatoceros triqueter*, observándose también algunos *Galeolaria hystrix* y *Serpula vermicularis*. Los *Pomatoceros* son de dos tamaños; los más grandes aparecen sobre la plancha y los más pequeños sobre las *Anomias*, y en los intersticios que quedan entre el resto de los organismos. En un área de 95 x 157 mm. contamos 50 serpúlidos, algunas tan pequeños que probablemente acaban de fijarse. Entre los tunicados persisten las formas anteriormente reseñadas. También se encontró un ejemplar de molusco del género *Patella* de 2,5 mm. de diámetro, de fijación muy reciente, ya que la concha era muy tenue.

La plancha XI fué recogida el 12 de noviembre. Así como las anteriores presentaban una semejanza de incrustación en las dos caras de la plancha, en ésta una cara aparece recubierta de un tenue alfombrado de algas, mientras que la otra está casi desprovista de tales formaciones. Esta anomalía es debida seguramente al diferente grado de iluminación a que estuvieron sometidas ambas caras de la plancha. Las algas que aparecen son formas jóvenes del alga verde *Cladophora*, de la roja *Polysiphonia* y de las pardas *Ectocarpus* y *Fucus*. Los briozoarios aparecen como en las pruebas anteriores y se encuentran más formaciones de *Membranipora*, sobre las que surgen *Balanus*.

Encontramos innumerables serpúlidos de los señalados anteriormente en tres tamaños, lo que indica que hubo, por lo menos, tres

fases de proliferación. Persisten representantes de *Anomia ephippium* y los tunicados *Bothryllus schlosseri* y *Ciona intestinalis*.

Plancha XII: Presenta los mismos organismos que la anterior.

Diatomeas.—No hemos dedicado atención a estos organismos y en la plancha en que efectuamos raspados conseguimos obtener solamente representantes del género *Striatella*.

Algas.—No damos las especies porque sólo hemos encontrado en las planchas formas muy jóvenes, ya que debido a la situación de la estación de experimentación la acción del petróleo no las deja prosperar y al poco tiempo de nacer mueren. Durante todas las estaciones del año hemos observado representantes de *Ectocarpus*, *Ulva*, *Enteromorpha*, etc. El alga parda *Ectocarpus* es muy poco sensible a la acción de los venenos, mientras que *Ulva* y las fucáceas lo son mucho y solamente se fijan en superficies que virtualmente no tienen ningún veneno.

Espojas.—Solamente hemos encontrado en la plancha que llevaba diez meses de inmersión un ejemplar de *Sycon coronatum*, que es una esponja caliza cilíndrica.

Celentéreos.—Los hidroideos aparecen bien representados en las planchas. La talla más grande la alcanza *Tubularia larynx*, siguiendo en importancia *Campanularia* sp. y *Tubularia indivisa*. Todas estas formas se presentan en febrero, marzo, abril y mayo. De los estudios ya realizados por otros autores, se deduce que *Tubularia* es uno de los organismos más resistentes a los venenos que intervienen en la fórmula de las pinturas anti-incrustantes, en donde principalmente participa el cobre. La altura que alcanzaron estas colonias llegó a ser de 5 a 7 cm. Se comprobó que la larva actínula de estos organismos se fija a un substrato siempre que esté formado por una película de aspecto de barro, constituida probablemente por bacterias. El crecimiento de *Tubularia* es rápido y pronto aparece una densa colonia ramosa que llega a los 12 cm. de altura, formada por tubitos delgados que llevan en su extremidad un penacho rosado (figura 7.^a).

Briozoarios.—Comprenden un grupo de organismos muy abundantes en todas las costas. Forman colonias de incontables indivi-

duos pequeños, que están protegidos por una cubierta más o menos quitinosa o caliza. Unos son arborescentes, ramosos, otros tienen aspecto de costra. Estos animales son bastante sensibles a los venenos utilizados en las pinturas, de forma que, si nos encontramos con una superficie con briozoarios en la que se agarre también *Pomatoceros*, podemos afirmar con seguridad que la eficacia de la capa protectora dista de ser adecuada.

Gusanos.—De los anélidos sólo aparecen los serpúlidos, con su caparazón calizo en forma de tubo. Los poliquetos registrados en las planchas son: *Pomatoceros triqueter*, que se manifiesta en mayo y sigue presentándose progresivamente hasta diciembre, observándose tres etapas de proliferación: la primera en mayo, otra en agosto-septiembre y una tardía a finales de octubre. Encontramos también otros serpúlidos, tales como *Galeolaria rosae* y *Serpula vermicularis*; pero el más prolífico de todos en esta zona es *Pomatoceros triqueter*, desarrollándose plenamente y llegando a alcanzar 25 mm. El *Pomatoceros* es muy sensible a los venenos, teniendo un grado de sensibilidad semejante a *Tubularia*, indicando su presencia que la superficie soporte carece por completo de veneno.

Moluscos.—Tanto la costa como las pilastras de los muelles están cubiertos de *Mytilus edulis*. Sin embargo, en las planchas por nosotros sumergidas, solamente en una ocasión aparecieron algunos mejillones, no persistiendo. Esta anomalía debe ser originada por la disposición de los colectores, que están situados en zona de influencia del petróleo, que mata las larvas en la fase de fijación. Los mejillones aparecen en las pilastras y en las rocas, muy por debajo de los límites de la marea. Esta es la explicación que puede darse a la escasez de mejillones en las planchas de experimentación, ya que estos moluscos son uno de los organismos incrustantes más importantes en todas las regiones del globo, pudiendo establecerse que, en algunas áreas por lo menos, esta especie o sus similares forman incrustaciones de intensidades iguales o muy semejantes. Aparece con bastante abundancia *Anomia ephippium*, presentándose por primera vez en la plancha VIII, datando su formación de la segunda quincena de julio, y sigue presentándose en las siguientes.

Cirrípedos.—Representante de este grupo es el *Balanus improvisus*; aparece en la placa VI, va aumentando en abundancia en la

VIII y continúa presentándose en las siguientes. Se observan, por lo menos, cuatro épocas de proliferación: una en junio, otra en julio-agosto, la tercera en septiembre y la última en octubre. Su expansión va disminuyendo, ya que les falta espacio para desarrollarse, apareciendo muchos individuos sobre los caparazones de los más viejos. Sus dimensiones máximas son de 17 mm. Este crustáceo es el mejor estudiado de todos los organismos incrustantes. Estos cirrípedos son distintos a los demás crustáceos por su hermafroditismo, característica que es común a muchos organismos sesiles. Por ser hermafroditas, cada individuo, al dar crías muchas de ellas se fijan a su alrededor o encima del progenitor. En tiempo caluroso puede haber dos o más generaciones en un año. La fertilización no tiene lugar en el agua, sino que se verifica en la cavidad que se encuentra entre el cuerpo del animal y las placas protectoras. Aquí se fecundan los huevos por otro animal que no puede estar a más distancia de 2,5 cm.; por lo tanto, una bellota aislada queda inevitablemente estéril. Las larvas nacen en forma de *Nauplios*, que es una forma muy frecuente en el plancton costero. La larva se alimenta en el agua y va creciendo, sufriendo una serie de mudas, pasando por fin a ser animal de forma triangular con tres pares de patas, transformándose finalmente en una forma oval, comprimida lateralmente como un bivalvo, cubierto por una concha y con seis pares de extremidades. Esta es la fase de *Cypris*, que es la forma intermedia entre la vida libre y la sedentaria. El *Cypris* no se alimenta y busca lugar adecuado para fijarse. Los factores que influyen en la elección de lugar para la fijación son la rugosidad de la superficie y la sombra. Si el movimiento del agua es excesivo, no se puede agarrar. Cuando todos los factores son adecuados, la larva se fija de tal forma que su eje mayor sigue la dirección de la corriente; pero más tarde hace un giro de 90° de modo que sus branquias se dispongan perpendicularmente a la corriente y así poder recoger el alimento. De esta manera se están alimentando continuamente, ya que de la corriente de que en general se trata son de mareas, que fluyen en dos direcciones opuestas. El proceso de fijación se realiza gracias a un cemento producido por unas glándulas y así se agarra firmemente al substrato y se protege por medio de una serie de placas que lo rodean en la fase adulta. La larva *Cypris* es fotófoba, lo que le impele a buscar zonas de penumbra para fijarse, según demostró Visscher, quien, después de numerosos ensayos, dice que «no sólo presentan estas larvas una preferencia por las zonas sombrías, sino que además se fijan en mayor abundancia sobre las super-

ficies negras, verde oscuro, chocolate o rojas, que sobre las amarillas, blancas o verde claro». Sugiriendo todo esto que sería conveniente hacer experimentos con pinturas de colores claros en lugar de con los colores oscuros que, corrientemente, se utilizan para proteger las superficies sumergidas.

Tunicados.—Estos animales se fijan en enormes cantidades cuando las condiciones son favorables. Son bastante sensibles a los venenos, de modo que no se fijan cuando existe cobre o mercurio, aun en muy pequeñas proporciones. Se presentan en mayor abundancia en los meses de verano. En nuestros ensayos hemos observado que la época de fijación se extiende de mayo a noviembre, con un máximo en los meses más calurosos. *Ciona intestinalis*, especie cosmopolita, aparece en mayo. Se encontraron también representantes del grupo de los botrylloideos en las planchas de junio, julio y agosto. Se han visto otros tunicados que, por ser formas muy juveniles, no se han podido determinar. Estas incrustaciones aparecen con irregularidad.

Resumen.—Es aventurado sacar conclusiones de este estudio preliminar, hecho con el único fin de ensayar técnicas, preparar métodos de trabajo e identificar los organismos. Por el momento se han llegado a identificar organismos incrustantes análogos a los determinados en otros puertos. Se ha observado el predominio de los briozoarios una vez que aparecen, la desaparición de los hidrozoarios al presentarse aquéllos, la falta de *Mytilus*—organismos como hemos señalado muy frecuentes en otras incrustaciones—y el predominio de bellotas de mar y *Pomatoceros*.

Observamos que cada mes presenta sus características y no pueden hacerse deducciones aventuradas, pues había que contar con un promedio de cuatro años de ensayos, ya que se pueden presentar condiciones anormales en determinadas épocas. Así, las cuatro generaciones de *Balanus* que se han estudiado no son típicas en estos individuos, puesto que más de dos generaciones en el año sólo ocurren cuando la temperatura cálida se prolonga más de lo ordinario. Por esto es conveniente poner una serie de estaciones que funcionen durante varios años, con objeto de poder registrar la influencia de las épocas del año sobre la manera de incrustarse los organismos, alteraciones que presentan los mismos y fluctuaciones que puedan tener lugar.

Cada puerto tiene condiciones especiales, y de ahí que las incrustaciones no se presentan de la misma forma en todos, siendo menor la fijación donde hay más proporción de agua dulce. Haciendo una serie de estaciones en distintos puntos de nuestro litoral, se podrá estudiar la distribución de los organismos y su abundancia relativa en cada puerto y en las distintas épocas del año.

En el año actual estamos realizando investigaciones más detalladas, utilizando nuevos dispositivos aconsejados por los resultados de los ensayos preliminares que aquí presentamos. Por lo tanto, este resumen debe considerarse tan sólo como un ensayo para trabajos ulteriores, y si se publica es por el enorme interés que despierta en todo el mundo el problema de las incrustaciones.

Al finalizar este trabajo, quiero expresar mi agradecimiento por la ayuda prestada al Teniente Coronel de Intervención de la Armada don Joaquín de Castro Martín, autor de todas las micro y macrofotografías de este trabajo. Asimismo agradezco al Capitán de Navío don Carlos Pardo el interés tomado durante el tiempo de experimentación de las planchas sumergidas en la Base Naval a su mando, y al Director de Laboratorio D. Fernando Lozano los dibujos de hidrozoarios que aparecen en este trabajo.

BIBLIOGRAFIA

- ALLEN, F. E. y FERGUSON WOOD, E. J.: «Investigations on Underwater Fouling».—*Australian Journal of Marine and Fresh-Water Research*.—Vol. I, número 1. Melbourne, 1950.
- BARNER, H.: «Fouling of Ships Bottoms: Identification of Marine Growths».—*Journ. Iron and Steel Institution*. Londres, 1944.
- FERGUSON WOOD, E. J.: «Investigations on Underwater Fouling».—*Australian Journal of Marine and Fresh Water Research*.—Vol. I, núm. 1. Melbourne, 1950.
- PYEFINCH, K. A.—*Scottish Marine Biological Association, Coll. Rep.*, número 14. 1948.
- VISSCHER, J. P.: «Nature and Extent of Fouling of Ship's Bottoms». 1928.
- EWISS, CHARLES M.: «The Seasonal Occurrence of Sedentary Marine Organisms in Biscayne Bay, Florida».—*Woods Hole Institution Oceanogr.* 1949.
- ZOBELL, CLAUDE E.: «The Biological Approach to the Preparation of Anti-Fouling Paints».



Fig. 2.—Microfotografía de la plancha I



Fig. 3.—Microfotografía de una cavidad formada en la plancha II por efecto de la corrosión (arriba), en donde se ven oolitos de carbonato.



Fig. 4.—Microfotografía de una zona de la plancha II.

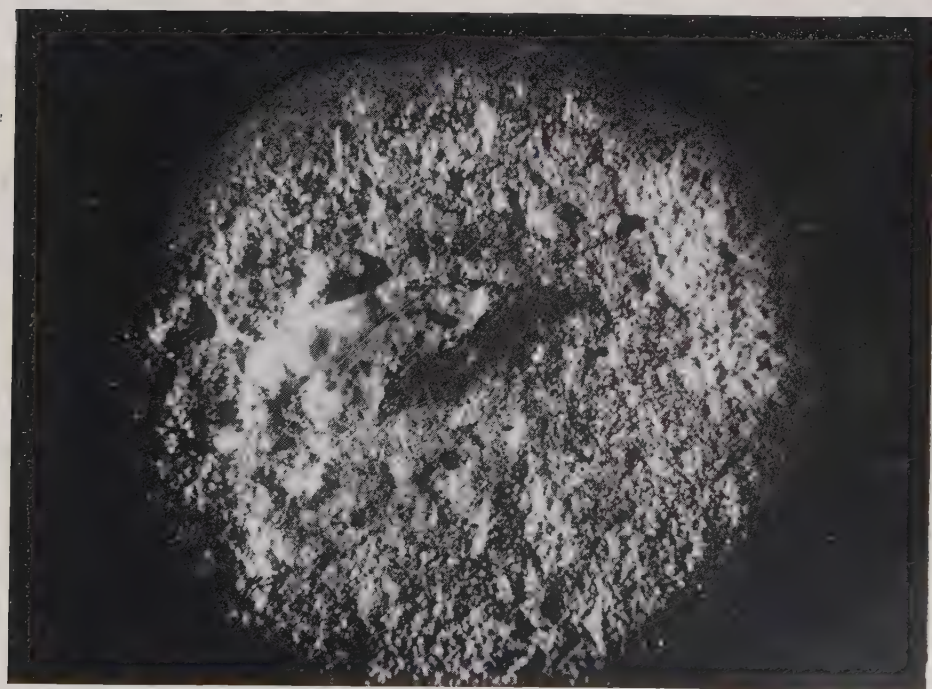


Fig. 4 bis.—Otra microfotografía de la plancha II.

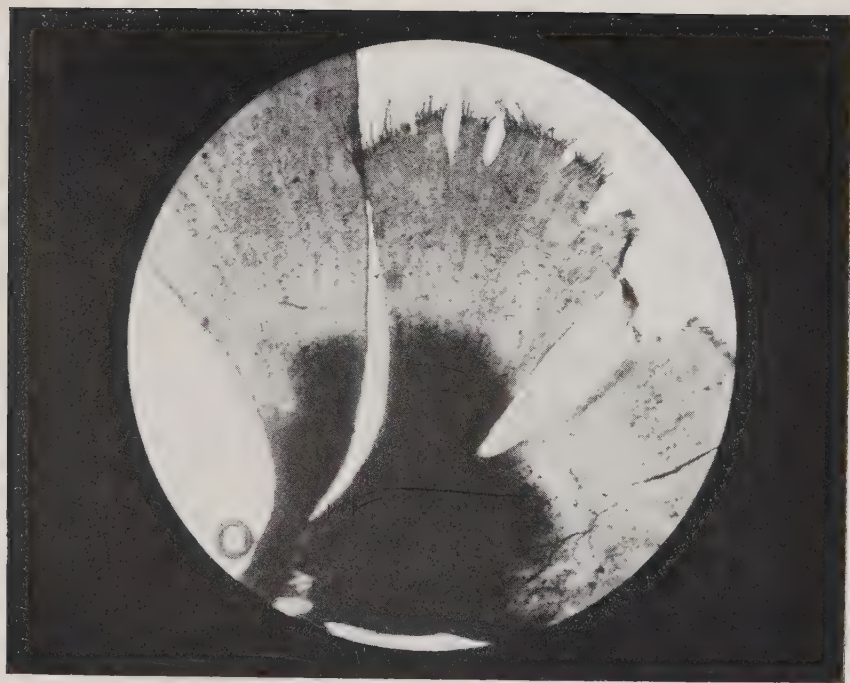


Fig. 5.—Microfotografía de *Ulva* joven.

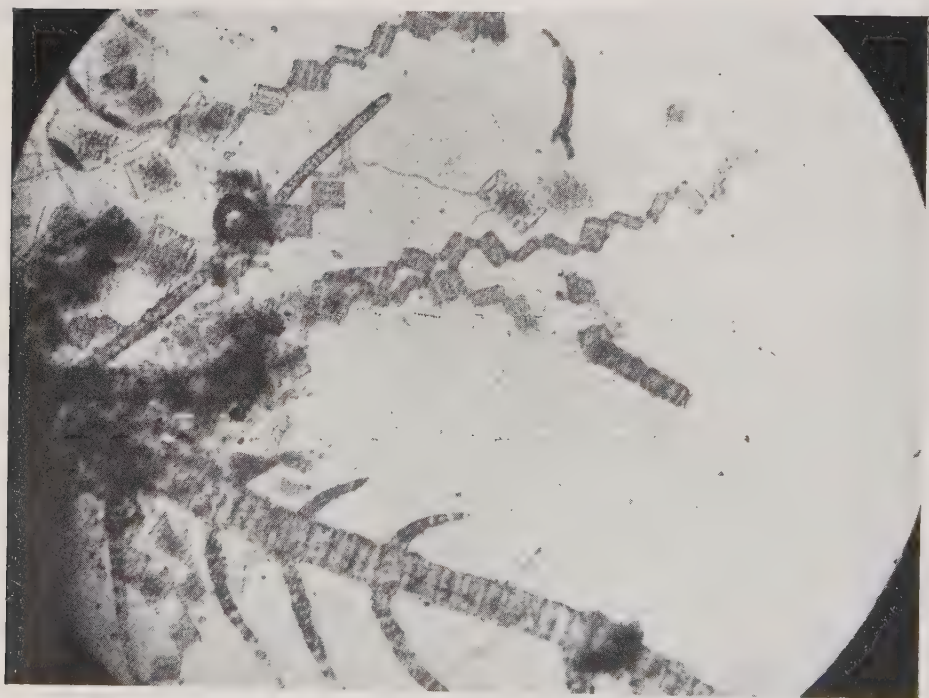


Fig. 6.—Microfotografía de colonias de diatomeas y de unos talos de clorofíceas.



Fig. 7.—*Tubularia larynx*: Detalle y aspecto de una colonia.



Fig. 8.—*Campanularia* sp.



Fig. 9.—Plancha VI. Abundantes formaciones de briozoarios ramosos y de alga



Fig. 10.—Plancha VIII. Presenta briozoarios, anomias y gusanos tubícolas.

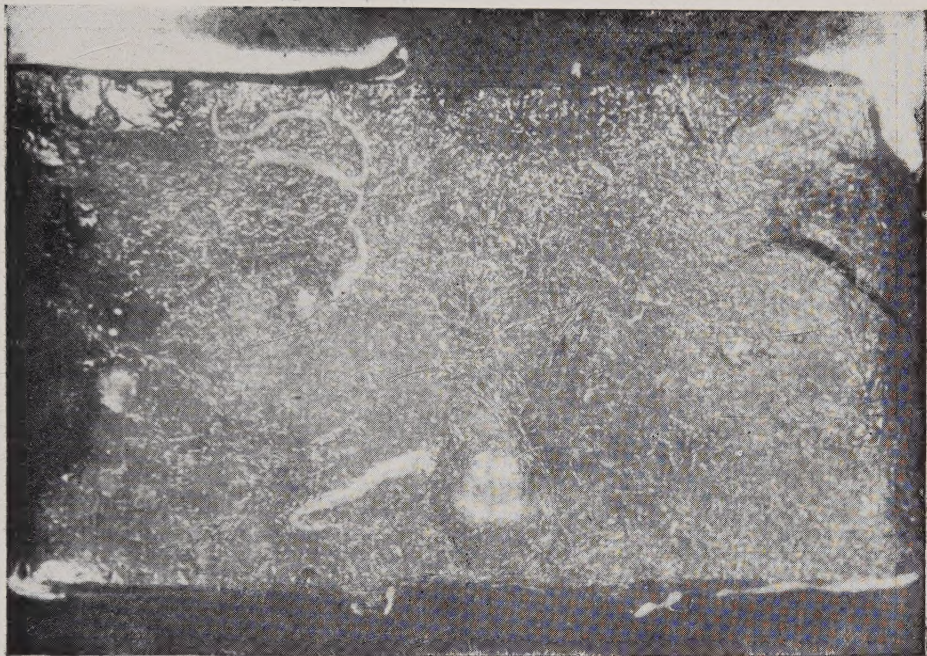


Fig. 11.—Plancha IX. Formaciones de briozoarios, anomias y *Pomatoceros*.



Fig. 12.—Plancha X. Los gusanos tabícolas están plenamente desarrollados. Briozoarios y *Balanus* sobre la plancha y sobre las anomias.



Fig. 13.—Detalle de la plancha X, representada en la fig. 12.

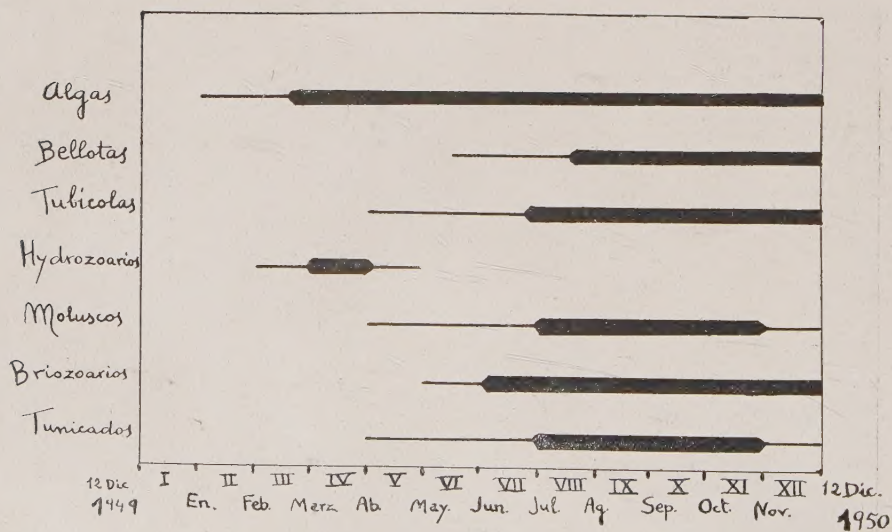


Fig. 14.—Fijación estacional de los organismos incrustantes en la ría de El Ferrol del Caudillo, 1949-1950. Los periodos de mayor incrustación están representados por una línea gruesa y las incrustaciones ligeras por una línea delgada.

- 27.—Joséfa SANZ-ECHEVERRÍA: «Notas sobre otolitos de peces procedentes de las costas del Sáhara. Segunda parte».
- 28.—Guillermo COLOM: «Exploración oceanográfica del Africa Occidental. Estudio de los Foraminíferos de muestras de fondo recogidas entre los Cabos Juby y Bojador».
- 29.—Joaquín GÓMEZ DE LLARENA: «Exploración oceanográfica del Africa Occidental. Observaciones sobre los sedimentos recogidos entre los Cabos Juby y Bojador».
- 30.—Luis BELLÓN: «Pesca y utilización del Boquerón y de la Sardina en las costas de Málaga».
- 31.—José M.^a NAVAZ: «Contribución al estudio de los Escómbridos de la costa vasca (atún, bonito y melya)».
- 32.—José M.^a NAVAZ y Francisco de P. NAVARRO: «Nuevos datos sobre la sardina y la anchoa de la costa vasca».
- 33.—R. FERNÁNDEZ y F. de P. NAVARRO: «Observaciones sobre la sardina de Santander (octubre de 1948 a octubre de 1949)».
- 34.—Emma BARDÁN y F. de P. NAVARRO: «Nuevos datos sobre la sardina de Málaga».
- 35.—Miguel MASSUTÍ, Teresa VALLS y F. de P. NAVARRO: «Nuevas observaciones sobre la sardina y la alacha de Baleares».
- 36.—Fernando LOZANO: «Notas sobre el Bonito del Norte o Albacora [*Germolus* (Gml.)] de Galicia».
- 37.—Miguel MASSUTÍ y Francisco de P. NAVARRO: «Tintinidos y Copépodos planctónicos del Mar de Alborán (Campaña del «Xauen» en agosto y septiembre de 1948)». (Con una breve necrología del Dr. Massutí).
- 38.—Campaña del MALASPINA en enero de 1950 en aguas del Sáhara, desde Punta Durnford a Cabo Barbas. Registro de operaciones.
- 39.—M.^a Dolores GARCÍA PINEDA: «Efectos del lavado previo en la extracción de componentes útiles de las algas pardas».
- 40.—M.^a Jesús DEL VAL y Dominica MONTEQUI: «Sobre el aislamiento de los componentes glucídicos de las algas pardas».
- 41.—Buenaventura ANDREU: «Consideraciones sobre el comportamiento del ovario de sardina (*Sardina pilchardus* Walb.) en relación con el proceso de maduración y de freza».
- 42.—Miguel OLIVER: «La sardina de la costa noroeste española en 1948 y 1949 (Estudio biométrico y biológico)».
- 43.—Rafael LÓPEZ COSTA: «Sobre la determinación del nitrógeno nítrico en el agua de mar. I. La resorcina como reactivo de los nitratos».
- 44.—A. FERNÁNDEZ DEL RIEGO: «Determinación del carbónico de los fondos de la Ría de Vigo. Cálculo del carbonato disuelto y consecuencias geobiológicas».

NOTA.—Pedidos y correspondencia al Sr. Secretario del INSTITUTO ESPAÑOL DE OCEANOGRAFÍA, Alcalá, 27. Madrid.

